

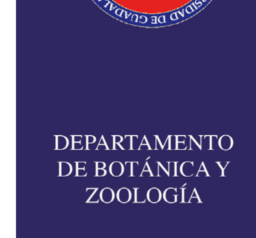


DUGESIANA

Revista de Entomología



GUCBA



Diciembre 2016

Volumen 23 Número 2

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA

Disponible en línea
http://www.revistascientificas.udg.mx/index.php/DUG/index

Dugesiana, Año 23, No. 2, julio-diciembre 2016 (segundo semestre), es una publicación Semestral, editada por la Universidad de Guadalajara, a través del Centro de Estudios en Zoología, por el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Camino Ramón Padilla Sánchez # 2100, Nextipac, Zapopan, Jalisco, Tel. 37771150 ext. 33218, http://www.revistascientificas.udg. mx/index.php/DUG/index, glenusmx@gmail. com. Editor responsable: José Luis Navarrete Heredia. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2009-062310115100-203, ISSN: 2007- 9133, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: José Luis Navarrete Heredia, Editor y Ana Laura González-Hernández, Asistente Editorial. Fecha de la última modificación 16 de diciembre 2016, con un tiraje de un ejemplar.

Dugesiana 23(2): 125-133
Fecha de publicación: 12 de diciembre 2016

ISSN 1405-4094 (edición impresa)
ISSN 2007-9133 (edición online)

Escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la Cuenca del Río Dagua, Valle del Cauca, Colombia

Dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) of the Dagua river basin, Valle del Cauca, Colombia

Santiago Montoya-Molina[1, 4], Lina Marcela Isaza-López [2, 4], Jibram León González [3.]
[1]horomo@gmail.com; [2]lina.isaza@correounivalle.edu.co; [3]jibramleg22@gmail.com; [4]Grupo de Ecología en Agroecosistemas y Hábitats Naturales, Universidad del Valle, Colombia.

RESUMEN

Uno de los grandes problemas que enfrentan los valles geográficos y, en general, las cuencas de los ríos, es la continua deforestación y el cambio de sus coberturas vegetales para el establecimiento de monocultivos y ganadería extensiva. Para cuantificar estos grados de perturbación, uno de los grupos utilizados como bioindicadores son los escarabajos coprófagos, importantes en la evaluación de la intervención humana y el monitoreo de la biodiversidad. Se muestrearon dos localidades de la vertiente hidrográfica del río Dagua (cordillera occidental, Valle del Cauca), la primera ubicada en el municipio de Restrepo y la segunda en el municipio de Dagua. Se realizaron tres transectos de 300 metros lineales, con 10 trampas de caída cebadas en las diferentes coberturas vegetales en cada localidad (Bosque Seco Tropical, Herbazal Natural Abierto xerófilo, Bosque Natural en Restrepo; Matorral Abierto xerófilo, Bosque arbustivo sub xerófilo y Bosque de Quebrada seca en Dagua). Se colectaron 1372 individuos, pertenecientes a siete géneros y 13 especies (segunda lista taxonómica para la zona) con una completitud de muestreo entre 70 y 100%. La mayor diversidad se presentó en Restrepo, dentro de las áreas boscosas, aunque los dos municipios compartieron el 30% de las especies. En cuanto a los perfiles de diversidad, el bosque en Dagua y la cañada seca en Restrepo fueron las más diversas respectivamente. Los bosques de ambas localidades sustentan especies propias de interior de bosque, pero las riquezas y abundancias encontradas sugieren, dentro de la misma cuenca, que la diversidad es drásticamente afectada por los eventos de transformación del paisaje, que varían fuertemente entre coberturas muestreadas. Es necesario establecer una línea base de conocimiento de este grupo de tal forma que pueda ayudar a monitorear el estado de de la cuenca del río Dagua, afluente importante del suroccidente del país.

Palabras clave: bosque subxerofítico, bosque seco tropical, diversidad, conservación.

ABSTRACT

Deforestation and livestock establishment are of the biggest problems facing geographical valleys, and overall river basin. Dung beetles are important for most of the terrestrial ecosystems. They are commonly used for quantifying disturbance degree and human intervention. The study located on the Dagua´s river basin (Western Cordillera, Valle del Cauca, Colombia) municipalities of Restrepo and Dagua aimed to compared dung beetle assemblages on four plant covers. Three transects made by ten pitfall traps were situated in each plant cover. 1372 dung beetles, belonging to 7 genera and 13 species were collected. Sampling completeness was up to 70 and 100%, contributing to the second taxonomic list for the area. Restrepo demonstrate greater diversity than Dagua, given by the higher forest area. Both sites shared just the 30% of the species despite of the proximity. As shown on the diversity profiles, forest and dry glen´s were the most diverse. Forests of both localities supports their own interior forest species, but the diversity are dramatically affected by the coverage and landscapes transformation events.

Key words: Tropical dry forest, subxerofitic forest, diversity, conservation.

La pérdida y fragmentación de los hábitats por efecto de las actividades humanas (i. e, agricultura, ganadería) es una de las principales causas de la disminución de la diversidad (Fahrig 2003; Didham *et al.* 2012), pues ocasionan reducción de la cantidad de hábitat, incremento del número de parches, disminución de su tamaño medio, y mayor exposición del hábitat fragmentado a interferencias derivadas de los hábitats adyacentes (Santos y Tellería 2006). Sin embargo, los parches de hábitat son reservorios importantes de especies (Barlow *et al.* 2010; Doering y Coxson 2010; Torres *et al.* 2012) y contribuyen en procesos ecológicos a escala del paisaje (Dunning *et al.* 1992).

A nivel global, el impacto e incremento de la agricultura (12%), el cultivo de árboles exóticos (15%) y la ganadería (33%), han ocasionado que más de la mitad de la superficie del planeta haya sido modificada como consecuencia del cambio en el uso del suelo (Kremen 2005). Estas actividades causan reducción considerable de los bosques tropicales en Centro y Sur de América, siendo los bosques secos de los ecosistemas más amenazados (Sánchez-Azofeifa *et al.* 2005; Pizano *et al.* 2014; García *et al.* 2014). En Colombia, de la extensión original de los bosques secos, sólo permanece aproximadamente el 7 u 8% (800.000 km^2) (García *et al.* 2014; Pizano *et al.* 2014) y comprende los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, los enclaves secos de los Andes, los valles de los ríos Patía y

Dagua, el piedemonte y afloramientos rocosos de los llanos y la región Caribe (García *et al.* 2014).

En el Valle del Cauca, los fragmentos naturales de bosque seco tropical (BST) se encuentran embebidos en una extensa matriz de caña de azúcar y se considera que, de las tres grandes regiones del país con este tipo de zona de vida, el valle geográfico del río Cauca es la región de menor cobertura con remanentes aislados, que representan aproximadamente el 19.1% de la cobertura vegetal original (García *et al.* 2014).

Actualmente, es limitado nuestro conocimiento sobre la flora y fauna de los bosques secos, xerofíticos y subxerofíticos de Colombia, localizados tanto en tierras bajas (1000 metros) (Pizano *et al.* 2014), como en enclaves secos altoandinos (2400 – 2900 m) (Sarmiento 1975; Albesiano *et al.* 2002; Galindo *et al.* 2005; Vargas 2012). A través de los años, la degradación de estos ecosistemas, por efecto de la agricultura y el sobrepastoreo del ganado, han ocasionado la reducción de su extensión, considerándolo el ecosistema con mayor perturbación y el menos conocido (Valencia-Duarte *et al.* 2012; Fajardo *et al.* 2013). Esto ocurre en la cuenca del río Dagua, valle interandino que comprende desde los 700 hasta los 2200 m.s.n.m, cuya cobertura aproximada de 7664.45 hectáreas ha sido transformada en un 80.12% a cultivos y áreas de ganadería extensiva (Galindo *et al.* 2005), resaltando la necesidad de documentar su diversidad y monitorear sus procesos ecológicos, así como plantear estrategias de conservación para evitar su degradación a causa de agricultura, ganadería y recientemente la minería ilegal.

Los escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) son insectos que participan en procesos ecológicos claves para el funcionamiento de los ecosistemas, pues el uso que hacen de las heces ayuda al reciclaje de nutrientes, a mejorar las condiciones del suelo, la bioturbación y a la dispersión secundaria de semillas, jugando de esta manera un papel importante en la regeneración natural de los bosques (Nichols *et al.* 2008). Su rol como indicadores de calidad del hábitat se relaciona con la rápida respuesta a las perturbaciones humanas, ya que un gran número de especies está estrechamente ligado a la cobertura arbórea, haciéndolas idóneas para obtener información de hábitats modificados (Halffter y Favila 1993, Halffter y Arellano 2001, Spector 2006).

Según Medina y colaboradores (2001), en Colombia la lista taxonómica del grupo comprende alrededor de 283 especies en 35 géneros, pero se estima que el número está cercano a las 400 especies (Cultid *et al.* 2012). Sin embargo, pocos estudios documentan la diversidad de coprófagos en remanentes de bosque seco tropical y sistemas xerofíticos (Cultid *et al.* 2014; Medina y González 2014), por lo que se ha hecho un llamado a incrementar el número de estudios, puesto que, al igual que las plantas, presentan patrones de endemismos (Pizano *et al.* 2014), con registros de hasta 35 especies en este tipo de ecosistemas (Solís *et al.* 2011).

En este estudio se realiza la caracterización de la comunidad de escarabajos coprófagos en diferentes coberturas vegetales del bosque seco en la cuenca del río Dagua, costado occidental de la cordillera occidental en el Valle del Cauca. Se logró documentar la riqueza y abundancia de las especies presentes, describir patrones de diversidad y determinar la composición de los ensambles en las formaciones de bosque seco examinadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se encuentra localizada en el cañón del río Grande, confluencia de los ríos Bitaco y Dagua (76°34’43”W - 3°45’38”N; 76°39’57”W - 3°43’53”N), Valle del Cauca, Colombia. El área de estudio comprende aproximadamente 6400 ha, jurisdicción de los municipios de Restrepo, La Cumbre y Dagua, con altitudes entre los 710 a 1780 m. La vegetación correspondiente al rango bajo, de los 710 a 750 m se caracteriza por ser un Bosque Seco Tropical (Bs-T), con presencia de arbustos y herbazales xerófilos con formaciones subxerofíticas (Vargas 2012). Entretanto, formaciones vegetales en el rango alto, de 1726 a 1760 m, corresponden a enclaves de bosque seco altoandino con especies nativas.

Dentro de las actividades antrópicas predominantes, se observa la presencia de áreas extensas de pastizales para la ganadería, y pequeños cultivos de café y plátano; además, se reconocieron procesos de quema y deforestación.

Muestreo y captura de escarabajos

En cada una de las coberturas vegetales se instaló un transecto lineal, excepto en el Bosque, donde se instalaron dos: Bosque I y Bosque II, éste último en el ecotono entre el bosque y un pequeño cultivo de café y plátano (Cuadro 1).

Cada transecto estuvo compuesto por 10 trampas de caída letales, modificadas para la captura de escarabajos coprófagos (Cultid *et al.* 2012) separadas por una distancia mínima de 30 metros, distancia óptima determinada por las condiciones específicas del sitio de muestreo. Cada trampa consistió de un vaso plástico de 300 ml enterrado a nivel de suelo y llenos a la mitad de su capacidad con una solución de agua y sal. Sobre cada vaso se colocó un soporte de alambre con 30 gramos de atrayente (mezcla 1:1 de excremento humano y de cerdo), protegido por un plato plástico desechable suspendido por encima de los vasos para evitar la insolación del cebo o la inundación de la trampa (Fig. 1). Las trampas permanecieron activas durante 48 horas, para un esfuerzo por unidad de muestra (transecto) de 480 horas y un total de 2880 horas para todo el estudio.

Los especímenes fueron determinados a género con la clave de Vaz de Mello *et al.* (2011). La determinación a nivel de especie se realizó con revisiones taxonómicas y con la ayuda de la colección de escarabajos coprófagos del Instituto Alexander von Humboldt. Igualmente, se compararon con especímenes que se encuentran depositados

Cuadro 1. Información de las cinco coberturas muestreadas en la cuenca del rio Dagua. En esta, se describen y mencionan las características y especies vegetales sobresalientes.

	Cobertura vegetal	**Descripción**	**Altura (m.s.n.m.)**	**Municipio**
Po	Herbazal Natural Abierto xerófilo (Potrero)	Estrato rastrero menor a 60 cm, con cobertura de dosel < 60%; con poca a incipiente capa orgánica en suelo. Se evidencia una moderada a alta compactación del suelo por el efecto erosivo de “Pata de Vaca” con afloramientos rocosos. Sobresalen especies como el, “Tiatino”, *Cnidoscolus tubulosus, Croton ferrugineus, Melocactus curvispinus subsp loboguerreroi, Evolvulus sericeus, Epidendrum melinanthum, Jatropha gossypiifolia, Pilea microphylla, Cordia lanceolata, Boerhavia erecta*.	1726	Restrepo
Pb	Bosque Natural (Bosque I, Bosque II)	Árboles con dosel mayor o igual a 25 m, su cobertura es mayor al 40%. Son frecuentes las epífitas, especialmente orquídeas así como abundante musgo y líquenes talosos. Variedad de tamaños de elementos leñosos muertos como ramas y troncos, muchos de ellos excediendo 20 cm de diámetro y en distintos grados de descomposición. Abundante presencia de hojarasca. Sobresalen, *Nectandra acutifolia, Nectandra membranacea, Beilschmiedia costaricensis, Poulsenia armata, Spirotheca rhodostyla, Prestoea decurrens, Hedyosmum bonplandianum, Siparuna aspera, Myrsine guianensis, Vasconcellea sp.*	1760	Restrepo
Zca	Matorral Abierto xerófilo (Cactáceas)	La altura de árboles y arbustos es menor o iguales a 5m y su cobertura <60%. Algunos de estos fragmentos están siendo son utilizados por el ganado vacuno para protegerse de la sombra. En ellos se mantienens un alto grado de epifitismo y presencia de líquenes talosos. Una variedad de tamaños de elementos leñosos muertos como ramas troncos, muchos de ellos excediendo 5 cm de diámetro y en distintos grados de descomposición, con un importante colchón de capa orgánica en suelo. Sobresalen *Eugenia sp., Bunchosia pseudonitida, Capparis amplissima, Daphnopsis americana, Zanthoxylum fagara, Citharexylum kunthianum, Opuntia bella, Armatocereus humilis, Pilosocereus colombianus, Acacia farnesiana.*	750	Dagua
Bxf	Bosque arbustivo sbx	En ellos se mantienens un alto grado de epifitismo y presencia de líquenes talosos. Una variedad de tamaños de elementos leñosos muertos como ramas troncos, muchos de ellos excediendo 5 cm de diámetro y en distintos grados de descomposición, con un importante colchón de capa orgánica en suelo. Algunos pocos juveniles de especies del dosel pueden observarse en su estrato rastrero. Comparte las especies con el Matorral Abierto Xerófilo.	750	Dagua
Bc	Bosque de Quebrada seca	Esta cobertura presenta árboles menores a 6m formando un dosel discontinuo de cobertura <30%, con epífitas y líquenes. Poca hojarasca en suelo. Poca variedad de tamaños de elementos leñosos muertos como ramas troncos, ninguno excediendo 10 cm de diámetro y en distintos grados de descomposición. Destacan especies como: *Daphnopsis americana, Zanthoxylum gentryi, , Pithecellobium dulce, Clusia minor, Ficus obtusifolia, Clusia fructiangusta, Capparis amplissima, Persea caerulea, Furcraea cabuya.*	720	Dagua

en las colecciones de la Universidad del Valle, Cali, Colombia (MUSENUV) y en el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Villa de Leyva, Colombia. Las morfoespecies fueron separadas según características morfológicas externas y características de la genitalia del macho. El conjunto de ejemplares de referencia se depositó en la colección de escarabajos coprófagos del Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Villa de Leyva – Colombia).

Análisis de datos

Para evaluar la completitud del muestreo se utilizó el estimador de cobertura de la muestra (Chao y Jost 2012).

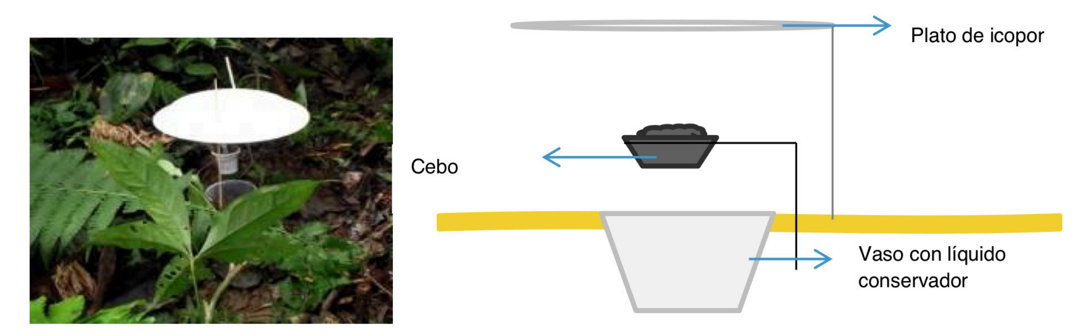


Figura 1. Trampa "*pitfall"* modificada para la captura de escarabajos coprófagos utilizada en esta investigación.

Esta medida permite analizar la diversidad de múltiples comunidades mediante la comparación de porciones iguales de la comunidad, con base en la extrapolación e interpolación de las coberturas de sus muestras de referencia (ver Chao y Jost 2012). De igual manera, facilita obtener una medida de comparación entre comunidades al ordenarlas por su riqueza y establecer diferencias mediante un intervalo de confianza.

$$\hat{C}_n = 1 - \frac{f_1}{n}\left[\frac{(n-1)f_1}{(n-1)f_1 + 2f_2}\right]$$

Donde f_1 y f_2 corresponden al número de *singletons* y *doubletons*, y *n* es el número total de individuos en la muestra. El rango de valores de $\hat{C}_n$ oscila entre 0 y 1, e indica baja o alta completitud, según la proximidad a estos.

Cambios en los patrones de diversidad entre coberturas vegetales fueron analizados con base en los números de Hill (1973) o número efectivo de especies (Jost 2006). Esta aproximación considera las frecuencias relativas de las especies (Jost 2010), en la cual ^0D representa la riqueza de especies y es insensible a sus frecuencias, ^1D son las especies frecuentes sin favorecer las raras o las dominantes (exponencial del índice de Shannon), mientras ^2D corresponde a las especies dominantes de la comunidad (inverso del índice de Simpson) (Jost 2006; Moreno *et al.* 2011). La comparación de los valores ^qD entre coberturas vegetales se realizó siguiendo el protocolo de Chao y colaboradores (2014). Las diferencias entre las coberturas se establecieron a un intervalo de confianza del 95% (Cumming *et al.* 2007). El análisis de las expresiones ^qD de la diversidad se complementó con curvas rango-abundancia (Whittaker 1972), pues posibilita describir la relación entre las poblaciones de especies que conforman la comunidad, e identificar las especies raras, abundantes y muy abundantes (ver Whittaker 1972). Los cambios en la composición de los ensambles entre coberturas fueron descritos mediante el cálculo de la similitud composicional con el índice de distancia Bray-Curtis (Quinn y Keough 2002), lo que permite discutir la contribución de los tipos de cobertura sobre la riqueza de los ensambles y la abundancia de especies de la comunidad (Oksannen *et al.* 2013; R Core Team 2013). Adicionalmente, se calculó el coeficiente de correlación cofenética (Rohif & Sokal 1981). Este coeficiente calcula la correlación de las distancias iniciales (matriz de datos originales) con las distancias finales, que fueron utilizadas para el desarrollo del análisis de distancias o Cluster. Los valores de correlación cofenética van de 0,9 (ajuste muy bueno) a 0,7 (ajuste pobre), basándose en el método de agrupamiento que se empleó, en este caso "*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Averaging"o* Método de encadenamiento promedio (UPGMA). Por último, este trabajo contribuye al inventario regional de escarabajos coprófagos asociados a enclaves secos altoandinos y xerófilos.

RESULTADOS

Se recolectaron 1372 individuos pertenecientes a siete géneros y trece especies. La completitud del muestreo mostró valores del 90 y 100%, indicando que se capturó una proporción representativa de la comunidad de escarabajos (Cuadro 2).

La riqueza de especies (^0D) en el bosque arbustivo (Bxf) y en el herbazal natural abierto xerófilo (Potrero) fue baja en comparación el Herbazal natural abierto xerófilo (Po). En las especies frecuentes (^1D) se obtuvo que el bosque natural (Pb) y de quebrada seca (Bc) presentaron alto número de especies. Entretanto, el número de espécies dominantes (^2D) no mostró diferencias en la mayoría de las clases de cobertura, excepto en el Matorral Abierto Xerófilo (Zca) (Cuadro 2).

La composición de los ensamblajes cambió en cada una de las coberturas. En el bosque natural se observó que *Canthidium* sp. y *Onthophagus curvicornis* Latreille, 1811 fueron las especies dominantes (Figura 2). Igualmente, las especies en este ensamblaje presentaron alta afinidad con el bosque, ya que sólo una (17%) estuvo presente en otras formaciones (Tabla 1) y el 43% se encuentran exclusivamente en el bosque. Los ensamblajes correspondientes al matorral abierto xerófilo (Zca), bosque arbustivo (Bxf) y bosque de quebrada seca (Bc), favorecieron la abundancia de *Onthophagus marginicollis* Harold, 1880 y *Canthon mutabilis* Lucas, 1857, especies de

Cuadro 2. Lista de especies encontrada en cada una de las coberturas muestreadas: bosque natural (Pb), Matorral abierto xerófilo (Zca), Bosque arbustivo (Bxf), Quebrada seca (Bc) y Herbazal natural abierto xerófilo (Po). ID, es un código que se le designa a cada una de las especies y es utilizado en la figura 2.

Código	Especie	Pb	Zca	Bxf	Bc	Po
a	*Canthidium* sp.	401	2			12
b	*Canthon mutabilis*		74	92	5	
c	*Canthon politus*	114				
d	*Deltochilum* sp.	12				
e	*Dichotomius alyattes*	2				
f	*Dichotomius belus*		10		1	1
g	*Dichotomius quinquelobatus*	26				
h	*Eurysternus mexicanus*		7	4	10	
i	*Onthophagus curvicornis*	136				1
j	*Onthophagus marginicollis*		162	167	16	5
k	*Onthophagus nasutus*				1	
l	*Uroxys microcularis*		6	49	2	29
m	*Uroxys nebulinus*	25				
	Individuos	716	261	312	35	48
	% Cobertura de la muestra (*Cn*)	100	100	100	90	100
	^{0}D	7(±0.6)a	6(±0.7)ab	4 (±0.3)b	6(±1.9)ab	5(±0.7)b
	^{1}D	3.5(±0.2)a	2.7(±0.3)b	2.8(±0.2)b	3.9(±1)a	2.9(±0.7)b
	^{2}D	2.6(±0.2)a	2.1(±0.2)b	2.5(±0.2) ab	3.2(±0.8)ab	2.3(±0.5) ab

*Riqueza de especies (^{0}D) especies frecuentes (^{1}D) número de especies dominantes (^{2}D) representados en número efectivo de especies (Jost 2006).

áreas abiertas, que se vieron favorecidas por la cobertura (Figura 2). Contrario sucede con especies de pastizales que no se ven favorecidas por la cobertura (e.g. *Uroxys microcularis* Howden & Young, 1981 y *Dichotomius belus* Harold, 1880. Por otra parte, *O. nasutus* Guerin-Meneville, 1987 y *Dichotomius allyates* Harold, 1880 fueron especies raras, sus abundancias correspondieron a uno y dos individuos (*singletons* y *doubletons*) presentes en el bosque de quebrada seca (Bc) y bosque natural (Pb), respectivamente.

El análisis de similitud permitió determinar los ensamblajes en cada cobertura. El bosque natural (Pb) mostró baja similitud con los demás ensamblajes, agrupándose la mayoría de las muestras entre ellas (Figura 3). Se resalta su importancia en el sostenimiento de una porción importante de especies de la comunidad (Cuadro 2). Por otra parte, los ensambles correspondientes a formaciones cuya vegetación se caracteriza por la presencia de especies arbustivas, denota que el bosque de quebrada seca (Bc) matorral abierto xerófilo (Zca) y el bosque arbustivo (Bxf) presentan muchas especies en común, resultando en un valor de similitud mayor al 60% (Figura 3). Esto indica el papel complementario que podría presentar estos tipos de vegetación en el ecosistema, abrigando especies de escarabajos coprófagos de coberturas intermedias. Los potreros (Po) por otro lado, ayudarán al sostenimiento de porciones diferentes de la comunidad, destacándose la presencia de especies propias de estos hábitats, como *Onthophagus nasutus* y *O. curvicornis*. Es importante mencionar que el resultado del análisis de correlación cofenética fue cercano a 0,94 interpretándose que el ajuste fue muy bueno, y que el método de agrupamiento empleado fue el adecuado.

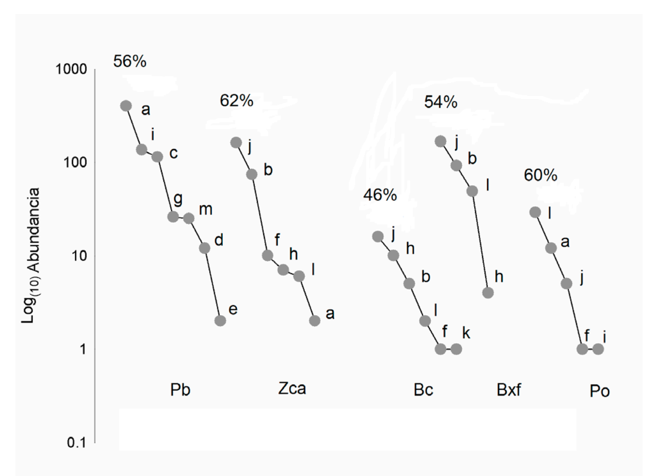


Figura 2. Curvas rango-abundancia de los ensambles de escarabajos coprófagos, según tipos de coberturas de vegetación, en Restrepo y Dagua, Colombia. Los porcentajes muestran la abundancia de las especies dominantes: ***a.*** *Canthidium sp.* **b.** *Canthon mutabilis,* **c.** *Canthon politus,* ***d.*** *Deltochilum sp.,* ***e.*** *Dichotomius alyattes,* ***f.*** *Dichotomius belus,* **g.** *Dichotomius quinquelobatus,* **h.** *Eurysternus mexicanus,* **i.** *Onthophagus curvicornis,* **j.** *Onthophagus marginicollis,* **k.** *Onthophagus nasutus,* **l.** *Uroxys microcularis y* ***m.*** *Uroxys nebulinus.*

DISCUSIÓN

La riqueza de especies no fue un atributo representativo de los tipos de cobertura vegetal, a comparación de la abundancia, la cual se asoció positivamente con el bosque natural (Pb) y las coberturas arbustivas (Bxf y Zca). Sin embargo, al observar la composición de los ensamblajes, el bosque natural presentó especies con preferencia por este tipo de hábitat. Esto sugiere que en áreas intervenidas como consecuencia de la tala para la apertura de pastizales, la composición y estructura de los ensambles puede modificarse por influencia por diferentes variables, como la extensión de los hábitats (Halffter y Halffter 1989) y la complejidad de la estructura vegetal presentes en los locales muestreados (Ver tabla 1) (Gardner *et al.* 2008).

La estimación de la diversidad mediante el número efectivo de especies (^{q}D), es una medida que facilita la interpretación (Hill 1973; Jost 2006), puesto que al clasificar la riqueza de las comunidades con base en sus abundancias relativas entre los tipos de hábitat y regímenes de modificación del bosque, se obtiene el número de especies que componen los ensamblajes (Moreno *et al.* 2011). Permitiendo así, determinar la riqueza en las formaciones de vegetación, incluyendo el bosque seco y el potrero. Los análisis complementarios de la comunidad mediante patrones de diversidad de orden ^{q}D y curvas rango-abundancia, establece que la variación (I. C, órdenes ^{q}D) está representada por cambios en las densidades de las poblaciones de coprófagos; ya que el bosque natural (Pb) presentó especies con individuos cuya densidad probable es de cientos (ciclos) (Whittaker 1972). Esto corrobora el papel que tendrían los parches de bosque en el sostenimiento de porciones importantes de la diversidad (Barlow *et al.* 2010).

Respecto a la contribución de este trabajo al inventario de especies del bosque seco colombiano, se aporta la segunda lista de especies para esta localidad en particular, teniendo en consideración el trabajo realizado por Pardo-Locarno y Camero (2014). Para el ecosistema de Bs-T en general, en los últimos 20 años, los estudios se encuentran en ascenso desde las primeras listas realizadas por el Instituto Alexander von Humboldt en los departamentos del Tolima y la Costa Caribe (IAvH 1995, 1997), siendo estas localidades las mejor conocidas en cuanto a especies y cobertura de muestreo. Igualmente, al revisar reportes para esta zona de vida se obtuvo que ocho de 68 de las especies capturadas (12% de las especies de Bs-T), están reportadas por González y Medina (2015) como especies de escarabajos coprófagos de bosque seco de Colombia.

En las localidades examinadas se lograron identificar fuentes de presión (e.g. la ganadería extensiva, la adecuación de la tierra para uso agrícola, disminución en el área boscosa por quemas y transformando el paisaje a cultivos y zonas de pastoreo) que afectan negativamente los ensamblajes de escarabajos coprófagos. Las condiciones originales del enclave, al igual que de la zona en general, han derivado de la adecuación de estas tierras para la agricultura en los valles aluviales, principalmente hacia cultivos de caña y piña, y pastizales (Galindo *et al.* 2005). Por consiguiente, tras la transformación del hábitat, los ensamblajes de la comunidad de escarabajos estercoleros estarán entonces representados por una mezcla de especies con capacidad de explotar ambientes contrastantes (Escobar y Chacón 2000). Esto podría explicar el incremento en el número de individuos de especies propias de potrero en coberturas arbustivas, como lo son las especies del género *Onthophagus*, quienes presentan facilidad para sobrevivir en potreros y bosques secundarios abiertos, posiblemente extendiéndose con la deforestación (Kohlmann y Solís 2001).

El estudio sólo nos permitió un acercamiento a nivel local, del efecto de la transformación de los hábitats naturales sobre la comunidad de escarabajos coprófagos en las diferentes coberturas vegetales que se estudiaron, a consecuencia de la baja representatividad del muestreo por efecto del número de trampas y la época del año en que se realizó. Lo anteriormente mencionado, no es una limitación para recalcar la versatilidad de esta subfamilia de escarabajos, que permite obtener valiosa información ecológica con esfuerzos de muestreo relativamente bajos y en cortos periodos de tiempo, (Spector 2006; Cultid *et al.* 2014). En este sentido, ajustes en los ensamblajes de escarabajos coprófagos y aumento en la captura tendrían relación con diversos factores, ya sea el grado de especificidad por el tipo de hábitat (Hanski 1989; Moreno *et al.* 2007), las alteraciones microclimáticas ocasionadas por la deforestación que favorecería la presencia de algunas

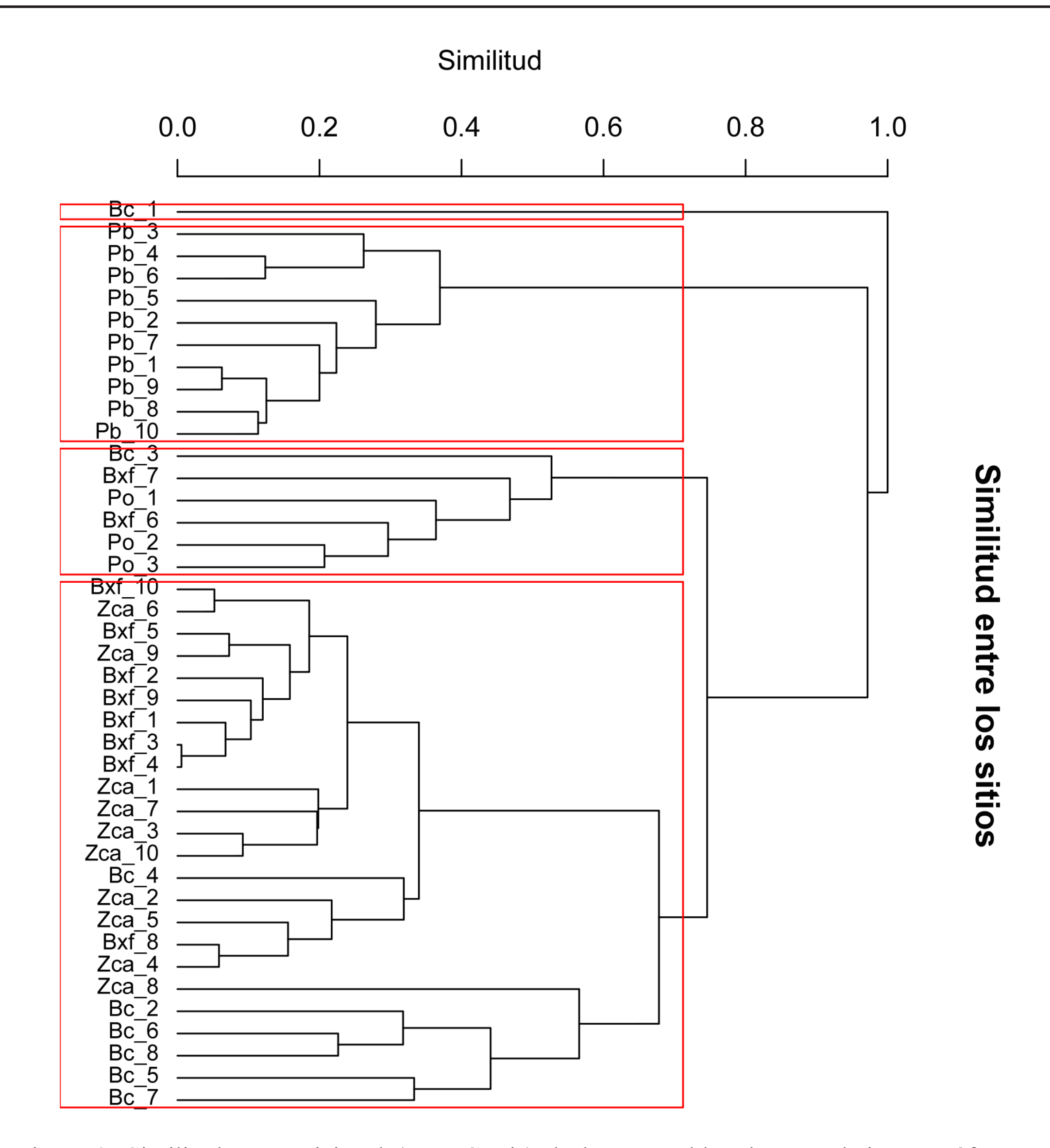


Figura 2. Similitud composicional (Bray-Curtis) de los ensambles de escarabajos coprófagos en distintas formaciones de bosque seco de dos municipios de Colombia.

especies (Saunders *et al.* 1990), como también la escala y el contexto del paisaje (Brennan *et al.* 2002).

Consideraciones

Los bosques de ambos municipios sustentan especies propias de interior de bosque seco tropical, pero la diversidad del ensamblaje de especies se ve afectada por la transformación del paisaje y las características ambientales de la zona, que suelen ser drásticas teniendo épocas muy secas y una disminución acelerada de la cobertura vegetal nativa.

Para el futuro, se sugiere incrementar estudios sobre la diversidad de la zona y sobre el bosque seco tropical del Valle del Cauca (Alvarado y Otero 2015) con el propósito de implementar medidas de monitoreo, vigilancia y restauración, con el fin de permitir la preservación de los remanentes de bosque seco tropical.

AGRADECIMIENTOS

A la fundación GAIA, en especial a Guillermo Reina, a la Universidad del Valle y al Instituto Alexander von Humboldt. Por su apoyo incondicional en la elaboración de esta investigación, a Carlos A. Cultid Medina.

LITERATURA CITADA

Albesiano S., J.O. Rangel-Ch y A. Cadena. 2002. La vegetación del cañón del río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia*, 25(1): 73-99.

Alvarado-Solano, D.P y J.T. Otero-Ospina. 2015. Distribución espacial del bosque seco tropical en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 20(3): 141-153.

Barlow, J., J. Louzada, L. Parry, M. Hernández, J. Hawes, C. Peres, F.Z. Vaz-de-Mello and T. Gardner. 2010. Improvenig the design and management of forest strips in human-dominated tropical landscapes: a field test on

Amazonian dung beetles. *Journal of Applied Ecology* (47):779-788.

Brennan, J., D. Bender, T. Contreras and L. Fahrig. 2002. Focal patch landscape studies for wildlife management optimizing samplig effort across scales. pp. 68-91. In: Liu, J. and W. Taylor (Eds.). *Integrating landscape ecology into natural resource management*. Cambridge University Press, Cambridge, USA.

Chao, C and L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 9: 2533-2547.

Chao, C., L. Jost and A. Chao. 2014. Phylogenetic beta diversity, similarity, and differentiation measures based on Hill numbers. *Ecology Monographs*, 84: 21.

Cultid-Medina, C. A., C. Medina, B. Martínez, F. Escobar, L. Constantino y N.J. Betancur. 2012. Escarabajos coprófagos (Scarabaeinae) del eje cafetero: Guía para el estudio ecológico. Wildlife Conservation Society Colombia-CENICAFÉ y Federación Nacional de cafeteros. Villa María. Colombia. 196p.

Cultid-Medina, C. A., J. M. Lobo, C. Medina, F. González, F. Escobar y P. Chacón-Ulloa. 2014. Completitud del inventario de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en la Ecorregión del Eje Cafetero, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, vol.40, n.1.

Cumming, G., Fidler, F. and D.L. Vaux. 2007. Error bars in experimental biology. *Journal Cell Biology*, 21: 7–11.

Didham, R., V. Kapos and R. Ewers. 2012. Rethinking the conceptual foundations of habitat fragmentation. *Oikos*, 121(2):161-170.

Doering, M. and D. Coxson. 2010 Riparian alder ecosystems as epiphytic lichen refugia in sub-boreal spruce forests of british Columbia. *Botany*, 88*:*144-157.

Dunnning, J., J. Brent and H. Pulliam.1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 65(1):169-175.

Escobar, F y P. Chacón de Ulloa. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño-Colombia*. Revista de Biología Tropical*, (48):961-975.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34:487-515.

Fajardo, L., J.P. Rodríguez, V. González and J.M. Briceño-Linares. 2013. Restoration of a degraded tropical dry forest in Macanao, Venezuela. *Journal of Arid Environments*. 88:236-243. Doi: 10.1016/j.jaridenv.2012.08.009.

Galindo, G., E. Cabrera and C. Londoño.2005. Spatial analysis to determine priority conservation areas of dry ecosystems in two interandean valleys of Valle del Cauca- Colombia. *Lyonia*, 8(2): 69-83.

García, H., G. Corzo, P. Isaacs and A. Etter. 2014. Distribución y estado actual de los remanentes de Bosque Seco Tropical en Colombia: Insumos para su gestión. En: Pizano, C. and H. García. (Eds.) El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C, Colombia. 349 pp.

Gardner, T., M. Hernández, J. Barlow and C. Peres. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forest for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology*. 45:883-893.

González-Alvarado, F.A y C. A. Medina. 2015. Listado de especies de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de bosque seco de Colombia. *Biota Colombiana*, 16(1): 36-44.

Halffter, G y L. Arellano. 2001. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleóptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. *In* Navarrete-Heredia JL, H.E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds.) Tópicos sobre Coleóptero de México. Guadalajara, México. Universidad de Guadalajara - Universidad Autónoma del Estado de Morelos. p. 35-56.

Halffter G and M. Favila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta:Coleoptera) and animal group for analyzing, inventoriying and monitoring biodivertity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International*, 27:15-21.

Halffter G and V. Halffter. 1989. Behavioral evolution of the non-rolling roller beetles (Coleoptera: Scarabaeidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 32 (ns):1-53.

Hanski, I. 1989. Beetles associated with dung and carrion in tropical forests. In: H. Lieth and J. A. Wagner (Eds.), Tropical Rain Forest Ecosystems, pp. 489-511. Ecosystems of the world 14b. Elsevier, Amsterdam.

Hill, M. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54:427-432.

Instituto Alexander von Humboldt, IAVH. 1995. exploración ecológica a los Fragmentos de bosque seco en el Valle del Río Magdalena (Norte del Departamento del Tolima). Grupo de Exploraciones Ecologicas Rapidas, IAVH, Villa de Leyva. pag. 56

Instituto Alexander von Humboldt, IAVH. IAVH. 1997. Caracterización ecológica de cuatro remanentes de Bosque seco Tropical de la región Caribe colombiana. Grupo de Exploraciones Ecologicas Rapidas, IAVH, Villa de Leyva. pag. 76

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113:363-375.

Jost, L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity*, 2: 207-232.

Kremen, C. 2008. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8: 468-479.

Medina, C. A., A. Lopera, A. Vitolo y B. Gill. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana,* 2: 131-144.

Medina, C.A. y F.A. González-Alvarado. 2014. Escarabajos coprófagos de la subfamilia Scarabaeinae. En: Pizano, C., García, H. (Eds.). *El bosque seco tropical en Colombia.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C, Colombia.

Moreno, C., F. Barragán, E. Pineda y N. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad,* 82:1249-1261.

Moreno, C., E. Pineda, F. Escobar y G: Sánchez-Rojas. 2007. Shortcuts for biodiversity evaluation: A rewiev of terminology and recommendations for the use of target groups, bioindicators and surrogates. *International Journal of Enviroment and Health*, 1: 71-86.

Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezquita and M. Favila. 2008. The Scarabaeinae Research Network. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141:1461-1474.

Oksanen, J., F. G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. Henry, H. Stevens and H. Wagner. 2013. Vegan: Community Ecology Package. R package versión 2.0-7. http://CRAN.R-project.org/package=vegan. Fecha de consulta: 15/02/2016.

Pardo-Locarno, L.C y E. Camero. 2014. Escarabajos coprófagos (Coleoptera-Scarabaeinae) en siete microcuencas del río Dagua, Chocó biogeográfico de Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 54: 207-224.

Pizano, C., R. González-M, M.F. González, F. Castro-Lima, R. López, N. Rodríguez, A. Idárraga-Piedrahíta, W. Vargas, H. Vergara-Varela, A. Castaño-Naranjo, W. Devia, A. Rojas, H. Cuadros y J.L. Toro. 2014. Las plantas de los bosques secos de Colombia. pp. 49-93. En: Pizano, C y H. García. (Eds.) El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C, Colombia. 349 pp.

Quinn, G and M. J. Keough. 2002. Experimental design and data analysis for biologist. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 25 pp.

R Core Team. 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL http://www.R-project.org/. Fecha de consulta: 15/02/2016.

Recibido: 24 de mayo 2016
Aceptado: 3 de noviembre 2016

Rohlf, F. J. and R. R. Sokal. 1981. Comparing numerical taxonomic studies. *Systematic Zoology*, 30:459-490.

Sánchez-Azofeifa, G.A., M. Quesada, J.P. Rodríguez, J.M. Nassar, K.E. Stoner, A. Castillo, T. Garvin, E.L. Zent, J.C. Calvo-Alvarado, M.E.R. Kalacska, L. Fajardo, J.A. Gamon and P. Cuevas-Reyes. 2005. Research priorities for neotropical dry forests. *Biotropica*, 37(4): 477-485.

Santos, T y J. Telleria. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente: Ecosistemas*, 15(2):3-12.

Sarmiento, G.1975. The dry plant formations of south america and their floristic connections. *Journal of Biogeography,* 2(4): 233-251.

Saunders, D., A. Hopkins and R. How.1990. Australian ecosystems: 200 years of utilization, degradation and reconstruction. In: Proceedings of the Ecological Society of Australia 16.

Solís, C., J.A. Noriega y G. Herrera. 2011. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en tres bosques secos del departamento del Atlantico-Colombia. *Boletin del museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 12(1): 33-41.

Spector, S. 2006 Scarabaeinae dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): An invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin*, Monograph Number. 5:71-83.

Torres, A. M., J. B. Bautista Adarve, M. Cárdenas, J.A. Vargas, V. Londoño, K. Rivera, J. Home, O.L. Duque y A.M. González. 2012. Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 13 (2): 66-85.

Valencia-Duarte, J., L. Trujillo-Ortiz y O. Vargas Ríos. 2012. Dinámica de la vegetación en un enclave semiárido del río Chicamocha, Colombia. *Biota Colombiana,* 13 (2): 40-65.

Vargas W. 2012. Los bosques secos del Valle del Cauca, Colombia: una aproximación a su flora actual. *Biota Colombiana*,13(2):102-164.

Vaz de Mello, F.Z., W.D. Edmonds, F.C. Ocampo and P. Schoolmeesters. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae). *Zootaxa*, 2854, 1–73.v

Whittaker, R. 1972. Evolution and measuremens of species diversity. *Taxon*, 21:213-251.